



Sammanfattning

Inverkan av fördelningen av kvävegivan höst och vår på fröskörden undersöktes i ekologiska timotejfrövallar av olika ålder (fröskördeår 1-3). Sex fältförsök genomfördes 2012-2014., och totalgivan var 120 kg N ha⁻¹ i samtliga fem behandlingar med olika fördelning höst och vår.. Samtliga försök genomfördes i sorten SW Switch. Mineralkvävet i jorden analyserades sen höst, vår och efter skörd.

Vi har tagit fram gödslingsrekommendationer för ekologisk timotejfröproduktion vallskördeår 1-3 och visat att kväve ska tillföras både höst och vår för en säker och hög skörd. Vid tillförsel av totalt 120 kg N ha⁻¹ som Biofer ska 30-90 kg ha⁻¹ tillföras under hösten och resten under våren i samtliga vallåldrar i en tidig timotejsort som Switch. Det fanns en liten förhöjd risk för kväveläckage under sen höst i behandlingen där hela N-givan tillförts på hösten. Resultaten visar att risken för kväveläckage över lag är mycket låg i gräsfrövallar.

Rekommendationen gäller för gödselmedel med långsam mineralisering. Stråstyrkan var hög i fem av sex försök och visar att kvävetillförsel med Biofer verkar mer stabiliserande på stråstyrkan jämfört med mer lösliga produkter som Vinasse och flytgödsel.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	1
Innehållsförteckning	2
Inledning	3
Material och metod	4
Resultat	7
Fröskörd, bestånd och kväveinnehåll i grönmassa.....	7
<i>Fröår 1</i>	7
<i>Fröår 2</i>	9
<i>Fröår 3</i>	11
Mängd mineralkväve i jorden	13
Skörd och kväveinnehåll i grönmassa.....	16
Diskussion	18
Gödslingsrekommendationer	18
Kvävedynamiken	19
Slutsats	20
Referenser	21
Tabellbilaga	22
Skörd, frökvalitet och bestånd 2013.....	22
Skörd, frökvalitet och bestånd 2014.....	23
Kväve i grönmassa	25

Inledning

Vallen är grunden i ekologisk odling där baljväxterna förser marken med kväve och tillsammans med gräset ger jorden struktur och konkurrerar med ogräs (Källander, 2005). Timotej (*Phleum pratense* L.) är den vanligaste gräsarten i svenska vallfröblandningar. Produktionen av ekologiskt timotejfrö är stor i Sverige, och av den totala arealen ekologisk vallfrö på drygt 4 071 ha bestod 1 639 ha av timotej under 2014 (SJV, 2014).

Tillgång på kväve under olika faser i timotejfrövallens utveckling har avgörande betydelse för beståndets utveckling. Den rådande strategin är att stimulera fröskotts bildning på hösten genom att tillföra en mindre mängd kväve och sedan lägga huvudgivan på våren.

Den rekommenderade kvävegivan för timotejfrö i konventionella odlingar är 30-45 kg ha⁻¹ under hösten insåningsåret och 80-120 kg ha⁻¹ fröskördåren, därefter kan höstgödsling uteslutas om vallen inte är svag (Svensk Raps, 2013). En svensk undersökning i konventionell produktion visar att höstgödsling (30-45 kg N ha⁻¹) i förstaårsvallar i kombination med vårgödsling ger högre skörd jämfört med enbart vårgödsling (Wallenhammar & Anderson, 2002). Höstgödsling till andraårsvallar gav endast 3 % skördeökning enligt undersökningen. Med organiska gödselmedel, där kvävet är mindre växttillgängligt än i handelsgödsel, kan det ändå vara aktuellt att tillföra en större del på hösten även till andra- och tredjeårsvallar.

I en nyligen avslutad undersökning jämfördes olika mängder och produkter av organiska kvävegödselmedel som tillförts på våren till timotej- och rörsvingelhybridfrövallar. I två av timotej försöken (förstaårsvallar) var höstgödsling med ca 30 kg N ha⁻¹ genomförd trots att försöken var planerade att ligga i ogödslade vallar. Resultaten tyder på att försöksfälten som höstgödslats gav högre fröskördar jämfört med de fält som inte fått gödsel föregående höst (Wallenhammar et al. 2011). I samma studie visades också att i rörsvingelhybrid (Hykor), erhöles frekvent högst skörd där hela givan lagts på hösten (Wallenhammar et al. 2011). För att specifikt utreda hur kvävegivan ska fördelas mellan höst och vår i timotejfrövallar krävs ytterligare undersökningar. Även gödslingsbehovet i vallar med varierande ålder behöver fastställas.

Utbudet av ekologiska gödselmedel förändras över tiden och tillgången av Vinass, som tidigare använts frekvent i ekologisk produktion, har minskat. Rötrest från biogasanläggningar är produkt som kan passa bra i ekologisk gräsfröproduktion och effekten har visat sig vara jämförbar med nötflytgödsel (Wallenhammar et al. 2011), dock kan den vara svårhanterlig beroende på den låga torrsbstanshalten. En rad kött- och benmjölsprodukter, i pelleterad form, krossad eller som mjöl finns numera på marknaden. Vi har valt att använda Biofer 10-3-1 som en modellprodukt i denna undersökning. Tillgången av Biofer är förhållandevis god och att de flesta lantbrukare har utrustning för att sprida den.

Syftet med denna studie var att undersöka hur kvävegödslingen med Biofer 10-3-1 till timotejfrövallar av olika ålder ska fördelas mellan höst och vår i ekologisk produktion.

Målet var att ta fram ett rådgivningsunderlag för kvävegödsling i ekologisk timotejfrövall.

Material och metod

Effekten av olika fördelningar av 120 N kg ha⁻¹ Biofer 10-3-1 tillfört genom bredspridning höst och vår undersöks i sex fältförsök under 2012-2014 i sorten SW Switch. Kvävet i Biofer består till största del av organiskt kväve som bundet till proteiner och ca en tiondel är ammoniumkväve (Bergman 2000; Lundström & Lindén 2002). Försöksplanen visas i tabell 1.

Tabell 1. Försöksplan med kvävegödsling vid olika tidpunkter till ekologisk timotejfrövall

Led	Kväve i Biofer 10-3-1 (total N kg ha ⁻¹)	
	Höstgödsling	Vårgödsling
A	0	120
B	30	90
C	60	60
D	90	30
E	120	0

Tre fältförsök anlades i september i vallar av olika ålder under 2012 och tre under 2013 enligt försöksplanen (tabell 1). Försöken under 2012 anlades på följande platser; insådden på Gårdeby, Norsholm, Östergötland, förstaårsvallen på Ekebyhammar, Fellingsbro och andraårsvallen på Åkerby, väster om Örebro, och under 2013; insådden på Vittvång, Örebro, förstaårsvallen på Gårdeby, Norsholm, Östergötland, och andraårsvallen på Ekebyhammar, Fellingsbro (tabell 2).

Generalprov uttogs vid försökens anläggning för analys av jordart och mineralkväve (0-60 cm) och redovisas i tabell 2 och 3. Datum för gödsling och skörd redovisas i tabell 4. Innan gödsling putsades vallen till 5 cm.

Tabell 2. Försöksfältens ålder och jordegenskaper (generalprov)

År	Gård (län)	Vall- ålder	Jordegenskaper						
			pH	P-AL	K-AL	ler	mull	sand/mo	Jordart
(mg 100g ⁻¹)									
2012									
	Gårdeby (E)	insådd	6,7	5	21	88	6,3	6	mr SL
	Ekebyhammar (T)	1:a års	6,8	15	18	71	2,8	7	nmh SL
	Åkerby (T)	2:a års	6,3	5	13	39	3,1	12	mmh mjLL
2013									
	Vittvång (T)	insådd	6,3	7	12	29	3,1	63	mmh ML
	Gårdeby (E)	1:a års	6,8	11	23	79	2,5	13	nmh SL
	Ekebyhammar (T)	2:a års	6,4	11	14	34	2,8	36	nmh ML

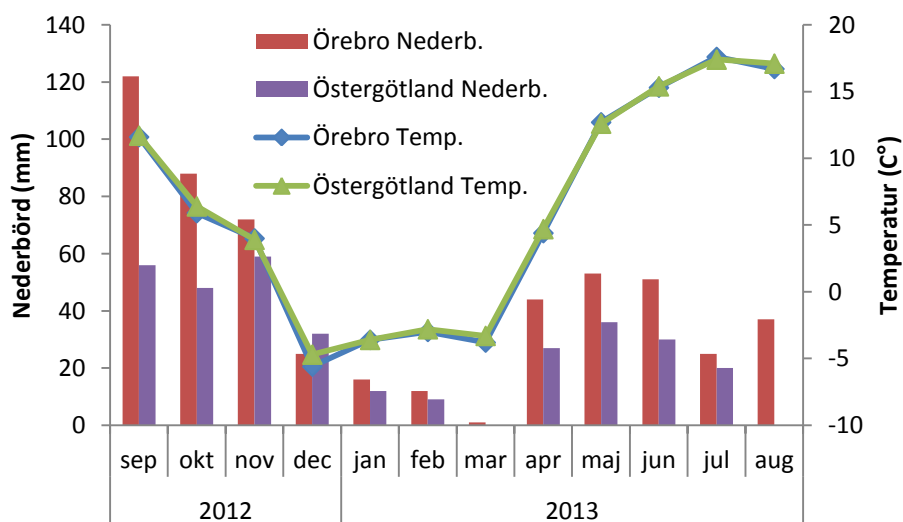
Tabell 3. Mineralkväveinnehåll (kg ha⁻¹) i jord vid anläggning (generalprov) och datum för provtagning på respektive försöksplats

Försöksplats, vallålder vid anläggning	Datum	NH ₄ -N		NO ₃ -N		Tot Min-N
		0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm	0-60 cm
2012						
Gårdeby insådd	12 sep	3,0	<1,4	1,6	<1,4	7,3
Ekebyhammar 1:a års vall	12 sep	5,3	3,5	1,6	2,1	12,4
Åkerby 2:a års vall	11 sep	7,2	3,5	<1,3	3,6	15,6
2013						
Vittvång insådd	26 sep	7,7	2,4	1,7	1,4	13,2
Gårdeby 1:a års vall	9 sep	3,9	2,1	4,2	1,5	11,7
Ekebyhammar 2:a års vall	27 sep	4,8	2,9	6,8	3,3	17,8

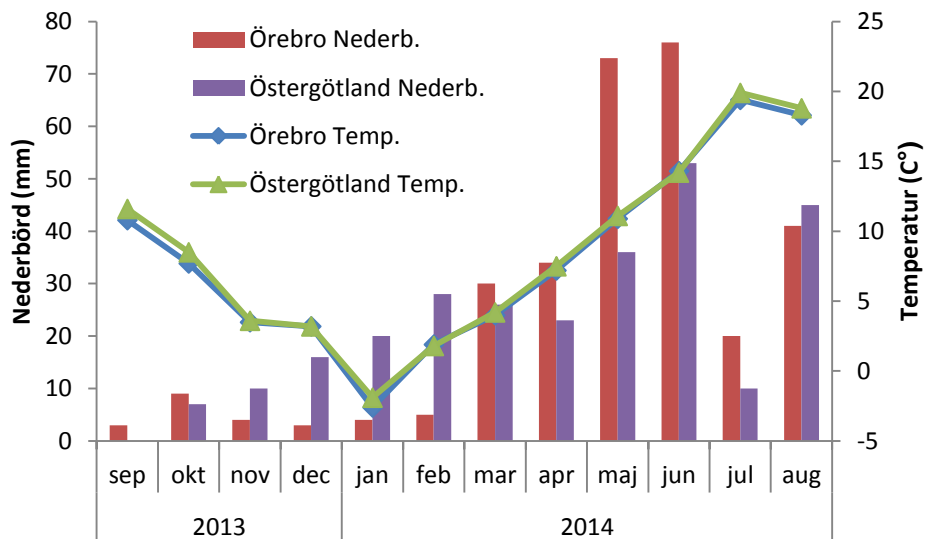
Tabell 4. Datum för tillförsel av Biofer under höst respektive vår samt skörd i försöken

Försöksplats, vallålder vid anläggning	Höst	Vår	Skörd
2012			
Gårdeby insådd	12 sep	24 april	7 aug 2013
Ekebyhammar 1:a års vall	12 sep	10 maj	9 aug 2013
Åkerby 2:a års vall	12 sep	10 maj	6 aug 2013
2013			
Vittvång insådd	9 sep	11 mars	7 aug 2014
Gårdeby 1:a års vall	26 sep	15 april	8 aug 2014
Ekebyhammar 2:a års vall	27 sep	16 april	9 aug 2014

Nederbörd och temperatur i Örebro och Östergötland sep 2012 - aug 2013 och sep 2013 - aug 2014 redovisas i figur 1 och 2.



Figur 1. Nederbörd och temperatur i Örebro och Östergötland under augusti 2012 - september 2013



Figur 2. Nederbörd och temperatur i Örebro och Östergötland under augusti 2013 - september 2014.

Under hösten (oktober) utfördes en beståndsgradering. I grödan undersöktes kväveinnehåll i grönmassa genom N-sensormätningar (Yara) i slutet av maj (DC 32). För att beräkna kväveinnehållet utifrån N-sensormätningarna användes en formel framtagen för höstvetete eftersom ingen formel för vallgräs ännu finns. Axantal innan blomning, stråstyrka vid skörd och fröskörd bestämdes. I fröskörden analyseras vattenhalt, tusenkornvikt och renvaruhalt.

Rutvisa profilprover (0-30 och 30-60 cm) i jorden uttogs vid tre tillfällen: under sen höst (slutet på oktober- början av november), vår (före vårgödslingen) och efter skörd för mineralkväveanalyser (Eurofins Food & Agro Sweden AB).

Resultaten bearbetades statistiskt i JMP 9.0 (SAS Institute, 2010). Tukey's HSD test användes för att identifiera signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

Resultat

Resultaten redovisas nedan för respektive fröskördeår. I tabellbilagan finns resultaten för samtliga försök var för sig.

Fröskörd, bestånd och kväveinnehåll i grönmassa

Fröår 1

I tabell 5 redovisas interaktionen mellan kvävebehandling x försöksplats för skörd, bestånd under hösten, axantal, stråstyrka och kväveinnehåll under våren i de två försök som skördades fröår 1.

De högsta skördarna fanns i led A, med allt N tillfört vår, på Gårdeby, följd av led C och D, med 60 respektive 90 kg N ha⁻¹ tillfört höst och 60 respektive 30 kg N ha⁻¹ tillfört vår. Fröskörden i led A, C och D var signifikant högre än i led E (tabell 5). Det fanns tydliga färgskillnader mellan behandlingarna under hösten på Gårdeby (figur 3). På Vittvång var fröskörden signifikant högre i led B, med 30 + 90 kg N ha⁻¹ tillfört höst och vår, och led C med 60 kg N ha⁻¹ tillfört höst respektive vår, än led E, med hela N-givan tillförd höst.

Vid en sammanslagning av de två försöken hade led E, med hela N-givan tillförd höst, signifikant lägre skörd än övriga behandlingar (redovisas ej). Inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna för bestånd under hösten, axantal eller stråstyrka vid skörd hittades på någon av försöksplatserna. Koncentrationen kväve i grönmassa under våren skördeåret följde skördenivåerna relativt väl (tabell 5).

Försöket på Gårdeby hade högre skörd, bättre bestånd, större axantal och större halt N i grönmassan jämfört med Vittvång. På Vittvång fanns stor förekomst av ogräs (baldersbrå).

För renvaruhalt fanns inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna på respektive försöksplats (tabell 11 och 14 i tabellbilaga). Tusenkornvikten var signifikant högre i led A (0,60g) än övriga led (0,50-0,53) på Vittvång men skiljde sig inte mellan behandlingarna på Gårdeby (tabell 11 och 14 i tabellbilaga).



Figur 3. Försöket på Gårdeby, vallfröår 1, 17 okt 2012.

Tabell 5. Interaktionen av behandling x plats för timotejfröskörd, beståndsgradering (oktober föregående höst), axantal, stråstyrka innan skörd och kväveinnehåll i grönmassa på våren skördeåret i behandlingar med olika fördelningar av N höst och vår på två försöksplatser fröskördeår 1.

Interaktion av behandling x plats	Skörd 15 % v h (kg ha ⁻¹)	Rel. skörd	Bestånd (%)	Ax (st/m ²)	Stråst (%)	N i grönmassa (kg N (kg grönmassa) ⁻¹)
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))						
Gårdeby						
A. H: 0 V: 120	808 ^{a1}	100	86	639	94	44 ^a
B. H: 30 V: 90	752 ^{ab}	93	85	621	95	35 ^{bc}
C. H: 60 V: 60	803 ^a	99	89	534	89	39 ^{ab}
D. H: 90 V: 30	798 ^a	99	89	697	94	40 ^{ab}
E. H: 120 V: 0	736 ^b	91	87	654	95	37 ^{bc}
Vittvång						
A. H: 0 V: 120	415 ^{cd}	100	80	422	100	30 ^{cd}
B. H: 30 V: 90	438 ^c	106	79	405	100	30 ^{cd}
C. H: 60 V: 60	436 ^c	105	81	445	100	26 ^{de}
D. H: 90 V: 30	426 ^{cd}	103	80	422	100	24 ^e
E. H: 120 V: 0	374 ^d	90	80	422	100	23 ^e
CV	4,0		4,6	16,3	4,6	7,1
<i>p</i> plats	<0,001			<0,001	0,002	<0,001
<i>p</i> behandling	<0,001		es	es	es(0,092)	<0,001
<i>p</i> plats x behandling	0,045		es	es	es(0,092)	0,001

¹olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

Fröår 2

I vallarna som skördades fröår 2 fanns inga signifikanta skördeskillnader mellan behandlingarna men tendensen var stark ($p=0,057$). Behandlingarna med delade kvävegivor tenderade att ge högre skörd än led A och E med allt kväve tillfört vår respektive höst (tabell 6).

Medelvärdet av beståndsgraderingen på de båda försöksplatserna var signifikant lägst i led A, med allt kväve tillfört vår, jämfört med led C-E medan led B, med 30 respektive 90 kg N ha⁻¹ tillfört höst och vår, inte skiljde sig från någon behandling (redovisas ej).

Beståndsgraderingen för respektive försök redovisas i tabell 12 och 15 i tabellbilagan. Det fanns ingen signifikant interaktion mellan behandling x plats för beståndsgraderingen (tabell 6). Det fanns inga tydliga färgskillnader mellan behandlingarna under hösten på Ekebyhammar (figur 4).

För axantal fanns en signifikant interaktion mellan behandling och plats men den var inte tillräckligt stark för att bokstäverna skulle bli olika enligt Tukey's HSD test. Högst axantal fanns i led E, 120 N höst, på Ekebyhammar. På Gårdeby hade led B och C, med 30 respektive 60 kg N ha⁻¹ tillfört vår och 90 respektive 60 kg N ha⁻¹ tillfört höst, högst axantal (tabell 6).

Det fanns ingen skillnad i stråstyrka mellan behandlingarna på Ekebyhammar. På Gårdeby var stråstyrkan signifikant högre i led D, med 90 respektive 30 kg N ha⁻¹ tillfört höst och vår, än i led A, med allt N tillfört vår, och C, med 60 kg N ha⁻¹ tillfört höst och vår),

Kvävehalten i grönmassan var signifikant lägre i led A, med hela N-givan tillförd på våren, än i led C-E i genomsnitt över de två försöken (redovisas ej), ingen interaktion mellan försöksplats x behandling hittades (tabell 6). Resultaten av kvävehalten i grönmassan på respektive försöksplats redovisas i tabell 7 och 8 i tabellbilagan.

Skörden var högre, beståndet bättre och stråstyrkan lägre på Gårdeby jämfört med Ekebyhammar (tabell 6).

Renvaruhalten var signifikant högre i led E, med all N tillfört höst, än i led A, med allt N tillfört vår på Ekebyhammar (tabell 2 i tabellbilaga). Där var tusenkornvikten signifikant högre i led A och B, med störst mängd N tillfört vår, jämfört med led D och E, med störst mängd N tillfört höst (tabell 2 tabellbilaga). På Gårdeby fanns inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna för varken renvaruhalt eller tusenkornvikt (tabell 15 tabellbilaga).



Figur 4. Försöket på Ekebyhammar, vallfröar 2, 18 okt 2012.

Tabell 6. Interaktionen av behandling x plats för timotejfröskörd, beståndsgradering (oktober föregående höst), axantal, stråstyrka innan skörd och kväveinnehåll i grönmassa på våren skördeåret i behandlingar med olika fördelningar av N höst och vår på två försöksplatser fröskördeår 2.

Interaktion av behandling x plats	Skörd 15 % vh (kg ha ⁻¹)	Rel skörd (%)	Bestånd (%)	Ax (st/m ²)	Stråst (%)	N i grönmassa (kg N (kg grönmassa) ⁻¹)
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))						
Ekebyhammar						
A. H: 0 V: 120	497	100	74	384 ^{a1}	100 ^a	29
B. H: 30 V: 90	554	111	76	415 ^a	100 ^a	32
C. H: 60 V: 60	560	113	76	449 ^a	100 ^a	41
D. H: 90 V: 30	564	113	76	475 ^a	100 ^a	39
E. H: 120 V: 0	535	108	78	492 ^a	100 ^a	41
Gårdeby (Österg)						
A. H: 0 V: 120	675	100	85	486 ^a	49 ^c	29
B. H: 30 V: 90	722	107	86	512 ^a	65 ^{bc}	31
C. H: 60 V: 60	728	108	90	513 ^a	49 ^c	32
D. H: 90 V: 30	711	105	91	436 ^a	68 ^b	36
E. H: 120 V: 0	688	102	89	486 ^a	63 ^{bc}	37
CV	6,8	2,8	10,2	8,7	9,5	
p plats	<0,001	<0,001	es	<0,001	es	
p behandling	es ² (0,057)	0,004	es	0,024	<0,001	
p plats x behandling	es	es	0,020	0,024	es	

¹olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

Fröår 3

I vallarna som skördades fröskördeår 3 hade led A-C, med 0, 30 och 60 kg N ha⁻¹ tillfört höst respektive 120, 90 och 60 kg N ha⁻¹ tillfört vår, den högsta skörden på Åkerby. På Ekebyhammar fanns inga signifikanta skördeskillnader mellan behandlingarna (tabell 7). Under hösten fanns tydliga färgskillnader mellan behandlingarna på Åkerby (figur 5).

Beståndet var 100 % i alla behandlingar på Åkerby medan det var signifikant högre i led C och E än i led D på Ekebyhammar (tabell 7). Inga signifikanta skillnader fanns mellan behandlingarna för axantal, stråstyrka och kvävehalt i grönmassa (tabell 7).

Skörden var högre, beståndet bättre och axantalet lägre på Åkerby jämfört med Ekebyhammar.

Renvaruhalten var signifikant högre i led E, med allt N tillfört höst, än i led A, med allt N tillfört vår på Åkerby (tabell 3 i tabellbilaga). På Ekebyhammar fanns inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna för renvaruhalt (tabell 6 tabellbilaga). Inga skillnader för tusenkornvikt fanns mellan behandlingarna på varken Åkerby eller Ekebyhammar (tabell 3 och 6 tabellbilaga).



Figur 5. Försöket på Åkerby, vallfröår 3, 17 okt 2012. I den högra rutan (led E) har 120 N tillförts och den vänstra är ogöddad (led A).

Tabell 7. Interaktionen av behandling x plats för timotejfröskörd, beståndsgradering (oktober föregående höst), axantal, stråstyrka innan skörd och kväveinnehåll i grönmassa på våren skördeåret i behandlingar med olika fördelningar av N höst och vår på två försöksplatser fröskördeår 3.

Interaktion för behandling x plats	Skörd 15 % vh (kg ha ⁻¹)	Rel skörd	Bestånd (%)	Ax (st/m ²)	Stråst (%)	N i grönmassa (kg N (kg grönmassa) ⁻¹)
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))						
Åkerby						
A. H: 0 V: 120	778 ^a	100	100 ^a	474	100	34
B. H: 30 V: 90	793 ^a	102	100 ^a	457	100	36
C. H: 60 V: 60	786 ^a	101	100 ^a	513	100	36
D. H: 90 V: 30	742 ^{ab}	95	100 ^a	442	100	35
E. H: 120 V: 0	688 ^b	88	100 ^a	499	100	39
Ekebyhammar						
A. H: 0 V: 120	437 ^c	100	80 ^{bc}	671	100	33
B. H: 30 V: 90	475 ^c	109	78 ^{bc}	726	100	34
C. H: 60 V: 60	487 ^c	111	84 ^b	688	100	35
D. H: 90 V: 30	491 ^c	112	76 ^c	651	100	42
E. H: 120 V: 0	462 ^c	106	84 ^b	685	100	37
<i>CV</i>	<i>5,2</i>		<i>2,9</i>	<i>6,6</i>	-	<i>9,7</i>
<i>p plats</i>	<i><0,001</i>		<i><0,001</i>	<i><0,001</i>	-	<i>es (0,059)</i>
<i>p behandling</i>	<i>0,004</i>		<i>0,023</i>	<i>es (0,063)</i>	-	<i>es</i>
<i>p plats x behandling</i>	<i>0,007</i>		<i>0,023</i>	<i>es</i>	-	<i>es (0,097)</i>

¹olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

Mängd mineralkväve i jorden

Tabell 8-10 visar mängd mineralkväve i jorden vid tre olika tillfällen, under hösten, våren och efter skörd på försöksplatserna.

I förstaårsvallarna fanns signifikanta interaktioner mellan plants x behandling under hösten. Mängden N i marken ökade med mängden N tillfört under hösten på Vittvång (tabell 8). På Gårdeby fanns inga signifikanta skillnader för mineralkväve i jorden mellan behandlingarna. Inga skillnader i N mängd i jorden mellan behandlingarna fanns varken på våren eller efter skörd på någon av försöksplatserna. Kvävemängden i jorden var högre på Vittvång jämfört med Gårdeby.

Tabell 8. Interaktionen av plats x behandling för mineralkvävemängden (kg ha^{-1}) i jorden vid olika tidpunkter i vallarna fröskördeår 1

Interaktionen för plats x behandling	Höst			Vår			Efter skörd		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
N-behandling (total N (kg ha^{-1}) i biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
Gårdeby (Österg)									
A. H: 0 V: 120	4,2 ^{b1}	1,6 ^d	5,9 ^{de}	5,6	3,0 ^{bc}	8,7	2,3	2,4	4,7
B. H: 30 V: 90	4,2 ^b	1,5 ^d	5,7 ^{de}	6,8	2,9 ^{bc}	9,8	2,3	2,2	4,5
C. H: 60 V: 60	4,0 ^b	1,4 ^d	5,6 ^{de}	5,6	3,4 ^{abc}	9,0	2,7	2,3	5,0
D. H: 90 V: 30	3,2 ^b	1,4 ^d	4,7 ^e	6,2	3,0 ^{bc}	9,2	2,3	2,5	4,9
E. H: 120 V: 0	3,3 ^b	1,4 ^d	4,8 ^e	7,1	2,3 ^c	9,6	2,2	2,1	4,2
Vittvång (Örebro)									
A. H: 0 V: 120	3,8 ^b	4,7 ^c	8,6 ^{cd}	4,2	3,2 ^{abc}	7,4	5,6	4,0	9,8
B. H: 30 V: 90	5,2 ^{ab}	5,6 ^{bc}	11,1 ^{bc}	4,5	3,8 ^{ab}	8,4	4,9	3,8	8,8
C. H: 60 V: 60	4,5 ^{ab}	7,0 ^b	11,6 ^{bc}	5,1	4,1 ^{ab}	9,3	4,9	4,0	8,9
D. H: 90 V: 30	6,0 ^{ab}	9,6 ^a	15,7 ^{ab}	4,8	3,4 ^{abc}	8,3	4,8	4,2	9,1
E. H: 120 V: 0	7,4 ^a	12,0 ^a	19,6 ^a	5,8	4,7 ^a	10,6	5,2	3,7	9,0
CV	18,7	13,6	14,0	16,9	12,6	12,9	15,4	13,2	11,7
p beh	es ²	<0,001	<0,001	es	es	es	es	es	es
p plats	0,008	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	es	<0,001	<0,001	<0,001
p beh x plats	0,005	<0,001	<0,001	es	0,005	es	es	es	es

¹olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

I genomsnitt av andraårsvallarna hade led D, 90 och 30 kg N ha⁻¹ höst respektive vår, signifikant högre halt av NH₄ och total min-N i jorden jämfört med led A, allt N vår. Vår och höst fanns inga skillnader mellan behandlingarna. Ekebyhammar hade högre halt av min-N i jorden höst och vår jämfört med Gårdeby. Efter skörd var mängden NO₃ och total min-N högre på Ekebyhammar jämfört med Gårdeby.

Tabell 9. Interaktionen av plats x behandling för mineralkvävmängden (kg ha⁻¹) i jorden vid olika tidpunkter i vallarna fröskördeår 2

Interaktionen för Plats x behandling	Höst			Vår			Efter skörd		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
Ekebyhammar (Örebro)									
A. H: 0 V: 120	2,9	2,4	5,5	4,4	3,7	8,1	3,0	2,9	5,9
B. H: 30 V: 90	3,5	3,6	7,2	3,7	3,0	6,7	3,6	3,3	6,8
C. H: 60 V: 60	3,8	2,6	6,5	6,3	3,3	10,0	2,9	3,0	6,0
D. H: 90 V: 30	4,4	3,1	7,8	4,7	3,9	8,7	3,1	2,9	6,2
E. H: 120 V: 0	3,0	3,6	6,6	5,9	3,9	9,8	3,2	2,9	6,2
Gårdeby (Österg)									
A. H: 0 V: 120	2,2	1,9	4,1	4,3	2,2	6,5	4,1	5,0	9,3
B. H: 30 V: 90	2,4	1,8	4,3	2,8	1,8	4,6	2,7	4,4	7,2
C. H: 60 V: 60	3,2	1,8	5,1	3,8	2,0	5,9	3,6	4,2	7,9
D. H: 90 V: 30	3,1	1,8	5,0	4,2	2,1	6,2	3,0	5,0	8,1
E. H: 120 V: 0	2,6	1,9	4,4	3,2	1,8	5,0	3,4	5,0	8,4
CV	18,8	17,1	11,1	25,1	20,9	21,1	21,8	17,0	15,9
<i>p beh</i>	0,036	<i>es</i>	0,016	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
<i>p plats</i>	0,036	0,009	<0,001	0,008	0,001	<0,001	<i>es</i>	<0,001	<0,001
<i>p beh x plats</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>

¹olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

I tredjeårsvallarna ökade mängden NH₄ och tot min-N i jorden under hösten med ökad mängd Biofer tillfört under hösten. Skillnaderna fanns inte kvar på våren eller efter skörd (tabell 10). Under våren var NH₄ halten i jorden högre i Led C högre än i led E i genomsnitt över de två försöken. Kvävenivåerna var högre i jorden på Åkerby jämfört med Ekebyhammar förutom NO₃ halten på våren, som var lägre (tabell 10).

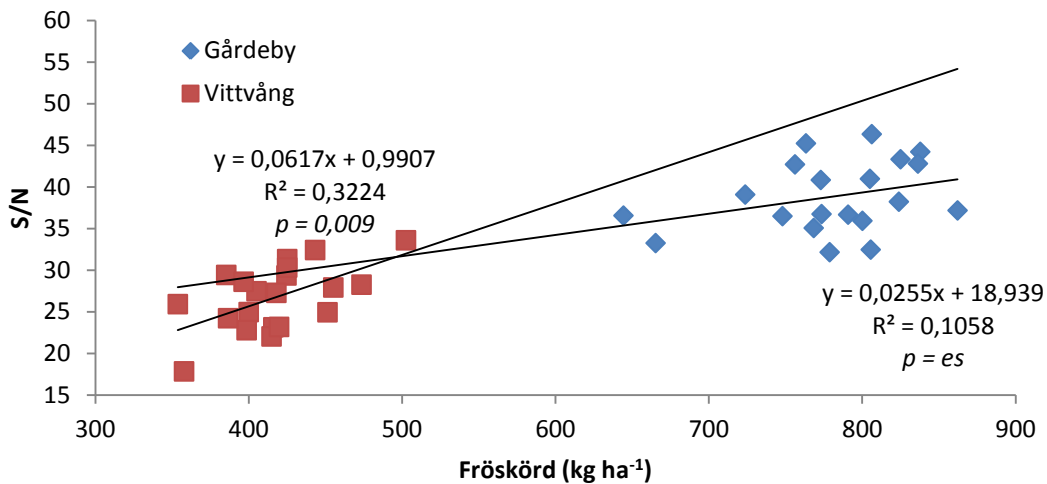
Tabell 10. Interaktionen av plats x behandling för mineralkvävemängden (kg ha⁻¹) i jorden vid olika tidpunkter i vallarna fröskördeår 3

Interaktionen för Plats x behandling	Höst			Vår			Efter skörd		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
Åkerby (Örebro)									
A. H: 0 V: 120	4,5	3,0	7,5	5,0	1,6	6,7	9,0	3,0	12,1
B. H: 30 V: 90	5,9	2,4	8,4	6,0	1,5	7,6	10,5	3,0	13,8
C. H: 60 V: 60	5,9	2,7	9,0	6,2	1,6	8,0	8,0	4,4	12,6
D. H: 90 V: 30	6,8	3,0	9,9	5,7	1,7	7,4	7,1	3,2	10,4
E. H: 120 V: 0	7,5	2,7	10,5	5,4	1,9	7,3	7,5	3,0	10,6
Ekebyhammar (Örebro)									
A. H: 0 V: 120	3,7	2,2	6,1	4,3	4,9	9,3	4,3	2,2	6,5
B. H: 30 V: 90	3,0	2,0	5,0	3,9	4,7	8,7	5,0	2,3	7,3
C. H: 60 V: 60	4,1	1,9	6,1	4,8	5,0	9,8	5,1	2,2	7,5
D. H: 90 V: 30	5,5	2,5	8,2	4,4	5,1	9,6	5,6	2,0	7,7
E. H: 120 V: 0	7,4	2,3	10,0	2,6	4,4	7,1	5,2	2,3	7,5
CV	25,3	14,5	18,2	15,3	11,2	11,5	21,1	25,4	20,5
<i>p beh</i>	0,005	es	0,003	0,043	es	es	es	es	es
<i>p plats</i>	0,017	es	0,002	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	es	0,012
<i>p beh x plats</i>	es ¹	es	es	es	es	es	es	es	es

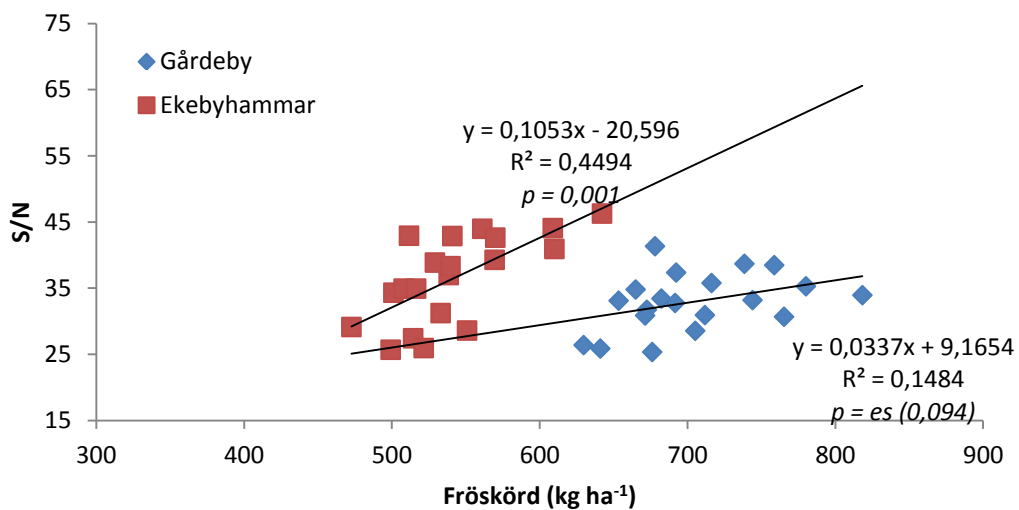
¹olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

Skörd och kväveinnehåll i grönmassa

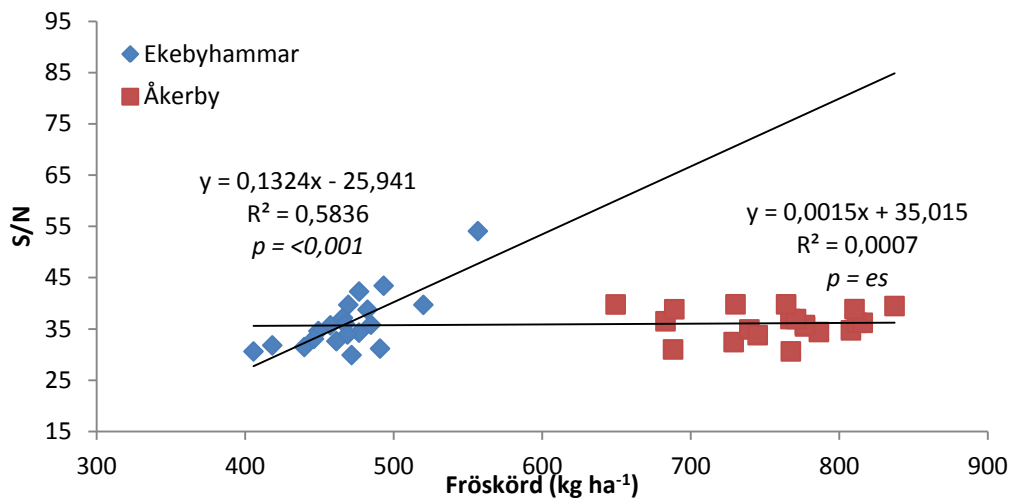
Samband mellan skörd och N innehåll i grönmassan fanns i tre av de sex försöken (figur 6-8). I de två försöken på Gårdeby fanns något av tendenser till samband (figur 6 och 7). Det visar att ett högt kväveinnehåll under maj är viktigt för en hög fröskörd, i minst 50 % av fälten.



Figur 6. Förhållandet mellan fröskörd och N i grönmassa (kg N (kg grönmassa)⁻¹) i vallar fröskördeår 1.



Figur 7. Förhållandet mellan fröskörd och N i grönmassa (kg N (kg grönmassa)⁻¹) i vallar fröskördeår 2.



Figur 8. Förhållandet mellan fröskörd och N i grönmassa ($\text{kg N (kg grönmassa)}^{-1}$) i vallar fröskördeår 3.

Diskussion

Gödslingsrekommendationer

Målet med undersökningen var att ta fram gödslingsrekommendationer i ekologiska timotejfrövallar med den totala mängden tillförd N av 120 kg N ha⁻¹ som Biofer 10-3-1. Resultaten av försöken visar följande;

Fröår 1; 60 kg N ha⁻¹ tillförs både höst och vår. Resultaten skiljde sig beroende på försöksplats, vilket kan bero på skillnader i jordart eller att ogräsförekomsten var stor på Vittvång. Båda försöken visar dock att allt kväve inte ska tillföras under hösten insåningsåret. Tillförsel av 60 kg N ha⁻¹ höst och 60 kg N ha⁻¹ vår gav sammanlagt högst skörd på båda försöksplatserna och är det alternativ som vi anser ge säkrast skörd.

Fröår 2; 30-90 kg N ha⁻¹ under höst och resten under vår..Resultaten i vallarna som skördades fröår 2 var mer likartade än vallarna fröår 1. Det fanns inga signifikanta skördeskillnader med tydliga tendenser att leden med hela N-givan tillförd höst eller vår visade lägst skörd.

Fröår 3; 30-90 kg N ha⁻¹ under höst och resten under vår. På lättare jord tillförs den lägre mängden N (30-60 kg) under hösten medan mer (60-90 kg) kan tillföras på mellanlera. Resultaten i vallarna som skördades fröår 3 varierade mellan försöksplats. I vallen på Åkerby var jordarten en lättlera och högst skörd hittades i leden med 0-60 kg N ha⁻¹ tillfört under hösten och resten under våren. I vallen på Ekerbyhammar var jordarten en mellanlera med högst skörd i leden med 60-90 kg N ha⁻¹ tillfört under hösten och resten under våren.

Våra resultat visar att kväve behöver tillföras på hösten i samtliga vallåldrar vilket skiljer sig från resultaten som erhållits i konventionell odling med snabbverkande mineralgödsel (Wallenhammar & Andersson, 2002).

Vi använde timotejsorten Switch, som är en tidig sort och vanligt förekommande i vallproduktionen, i samtliga försök. Resultaten bör vara tillämpbara också för senare sorter, möjligen kan en större andel av kväve istället tillföras på våren.

Valet av gödselmedel och tillförselmetod är också avgörande för hur givan ska fördelas. Biofer är en produkt med en relativt långsam frigörelse av växttillgängligt kväve och i högre grad beroende av markfukt jämfört med Vinass, rötrest och nötflyt (Wallenhammar et al., 2011). Att radmylla Biofer ger troligtvis en snabbare mineralisering än bredspridning, vilket visats i stråsäd (Bergman, 2000; Nätterlund, 2015; Lundström & Linden, 2001). Nederbörden var riklig under april-juni båda åren (figur 1 och 2) på försöksplatserna och har bidragit till att kvävet mineraliserats.

Stråstyrkan var hög, över 89 %, i samtliga försök förutom i andraårsvallen på Gårdeby med skörd 2014 (tabell 5 i tabellbilaga). Resultaten överrensstämmer med tidigare undersökningar där gödsling med Biofer lämnat en högst stråstyrka i jämförelse med Vinass, rötrest och nötflytgödsel (Wallenhammar et al. 2011). Stråstyrkan har stor betydelse för

fröets inlagring. Liggbildning innan blomningen försämrar skörden (Wallenhammar et al. 2011), risken är särskilt stor vid användning av N-gödselprodukter med lättlösligt kväve. Bestånds- och axtätheten har inte påverkats av höstgödslingen på någon av försöksplatserna (tabell 5-7). Däremot är tusenkornvikten signifikant högre när 120 N ha⁻¹ och i flera fall 90 N ha⁻¹ har tillförts på våren i jämförelse med 120 N ha⁻¹ på hösten (tabell 12,13, 14 i tabellbilaga). Okulär besiktning visade att axen var kortare i leden med stor N-tillförsel på våren, och fröskördarna som inte visar någon statistiskt säker skillnad har kompenserats av en högre frövikt.

Kvävedynamiken

Mineralkvävemätningarna i jorden som genomförts visar generellt inga förhöjda nivåer när 120 N tillförs på hösten. Kväveupptaget i grödan har kunnat avläsas genom beståndets mörkt gröna färg (figur 5) och en stor del förmodas finnas som organiskt kväve i jorden, en viss del i rotsystemet och en del möjligen som immobiliserat.

Generellt visar resultaten är risken för kväveläckage i timotejfrövallar låg. I gräsvallar tar återväxten hand om restkväve vilket också diskuterades i Wallenhammar et al. (2011).

En något ökad risk för N-läckage under hösten och vintern fanns då hela givan, 120 kg N ha⁻¹, tillfördes på hösten till förstaårsvallen på Vittvång och i tredjeårsvallarna. Däremot fanns inga skillnader i mineralkväveinnehållet i jorden mellan behandlingarna under hösten som skördades vallfröår 2. I förstaårsvallen på Gårdeby var mineralkvävemängden lägst i leden med högsta N-givan tillförd under hösten. Under vår och efter skörd fanns inga signifikanta skillnader i mineralkvävehalten i jorden mellan behandlingarna på någon av försöksplatserna.

Det fanns samband mellan skörd och N innehåll i grönmassan i flera av försöken (figur 6-8). En gruppering av försöken med avseende på grundskördens storlek pekar mot att positivt samband finns i gruppen med låg grundskörd. Gruppen med hög grundskörd visar inga eller svaga samband samtidigt som linjernas är flacka. Det innebär att kväveförsörjningen är förhållandevis bättre på dessa försöksplatser och att gödslingseffekterna då blir mindre. Att detta inte kan utläsas av mineralkvävesituationen i marken beror sannolikt på att merparten kväve finns lagrad i rotmassan. Grundskördens och kvävestatusens betydelse framträder ofta på motsvarande sätt i t ex spannmålsförsök.

Slutsats

Vi har tagit fram gödslingsrekommendationer för ekologisk timotejfröproduktion och visat att kvävetillförsel ska ske både höst och vår i såväl första-, andra som tredjeårsvallar för en säker och hög skörd. Vid tillförsel av totalt 120 kg N ha⁻¹ som Biofer ska del av totalgivan tillföras under hösten och resten under våren i samtliga vallåldrar. Ytterligare studier av spridningsteknik där bredspridning jämförs med radmyllning kan förfinas precisionen i gödningen och öka kväveeffektiviteten.

Referenser

- Bergman, N. 2000. Effekter av KRAV-godkända gödselmedel på skörd och proteinhalt hos vår- och höstvet. Examensarbete nr 3 Sveriges lantbruksuniversitet Examensarbete 3 Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, sid 1-57.
- Källander, I. 2005. Ekologiskt lantbruk – odling och djurhållning. Natur och kultur, Danmark.
- Lundström, C, Lindén, B. 2001. Kväveeffekter av humanurin, Biofer och Binadan som gödselmedel till höstvet, vårvete och vårkorn i ekologisk odling. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Serie B, Mark och växter Rapport 8, Skara 2001.
- Nätterlund, H. 2015. Optimalt utnyttjande av kväve vid tillförsel av organiska specialgödselmedel till höstvet. Slutrapport till Jordbruksverket. I tryck.
- SJV, Jordbruksverket, 2014. Odling av ekologiskt vallfrö. Hämtat från:
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ekologiskproduktion/vaxtodling/saharodlardu/vallfro.4.7409fe2811f8e7990b88000529.html>
- SvenskRaps, 2013. Timotej – Odling svägledning. Sveriges Frö- och Oljeväxtodlgare, Kraftsamdling växtodling, version 2013-11-18. Hämtat ifrån:
http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/00139_timotej.pdf
- Wallenhammar, A-C. and Anderson, LE. 2002. Kvävestrategier i gräsfrövall (*Phleum pratense* L.). NJF report 341. Grass and clover seed production, Ystad, Sweden 24-26 juni 2002. 129-136
- Wallenhammar, A-C. Stoltz, E. & Käck, Å. 2011a. Växtnäringsförsörjning ekovallfrö. Slutrapport för projekt 25-11917/08, 25-123/ 11

Tabellbilaga

Skörd, frökvalitet och bestånd 2013

Tabell 11. Fröskörd¹, renvaruhalt (rvh), tusenkornvikt (tkv), bestånd på hösten, axantal skördeåret och stråstyrka vid skörd (stråst), förstaårsvall, Gårdeby (E)

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Skörd 15 % vh (kg ha ⁻¹)	Rel skörd	Rvh (%)	Tkv (g)	Bestånd (%)	Ax (st m ⁻²)	Stråst (%)
A. H: 0 V: 120	808 ^{a2}	100	91	0,60	95	639	94
B. H: 30 V: 90	752 ^{bc}	93	90	0,60	95	621	95
C. H: 60 V: 60	803 ^a	99	92	0,60	95	534	89
D. H: 90 V: 30	798 ^{ab}	99	91	0,58	95	697	94
E. H: 120 V: 0	736 ^c	91	91	0,55	95	654	95
<i>CV</i>	<i>2,9</i>		<i>1,5</i>	<i>5,4</i>	-	<i>17,3</i>	<i>3,7</i>
<i>p</i>	<i>0,002</i>		<i>es³</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>

¹ datum för skörd; 7 augusti, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 12. Fröskörd¹, renvaruhalt (rvh), tusenkornvikt (tkv), bestånd på hösten, axantal skördeåret och stråstyrka vid skörd (stråst), andraårsvall, Ekebyhammar (T)

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Skörd 15 % vh (kg ha ⁻¹)	Rel skörd	Rvh (%)	Tkv (g)	Bestånd (%)	Ax (st m ⁻²)	Stråst (%)
A. H: 0 V: 120	497	100	86 ^{b1}	0,70 ^a	74	384 ^c	100
B. H: 30 V: 90	554	111	88 ^{ab}	0,70 ^a	76	415 ^{bc}	100
C. H: 60 V: 60	560	113	88 ^{ab}	0,65 ^{ab}	76	449 ^{ab}	100
D. H: 90 V: 30	564	113	88 ^{ab}	0,63 ^b	76	475 ^{ab}	100
E. H: 120 V: 0	535	108	89 ^a	0,60 ^b	78	492 ^a	100
<i>CV</i>	<i>7,0</i>		<i>1,0</i>	<i>4,8</i>	<i>3,6</i>	<i>6,2</i>	-
<i>p</i>	<i>ns²</i>		<i>0,04</i>	<i>0,02</i>	<i>es</i>	<i><0,001</i>	<i>es</i>

¹ datum för skörd 9 augusti, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 13. Fröskörd¹, renvaruhalt (rvh), tusenkornvikt (tkv), bestånd på hösten, axantal skördeåret och stråstyrka vid skörd (stråst), tredjeårsvall, Åkerby (T)

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Skörd	Rel		Tkv (g)	Bestånd (%)	Ax (st m ⁻²)	Stråst (%)
	15 % vh (kg ha ⁻¹)	skörd	Rvh (%)				
A. H: 0 V: 120	778 ^{a1}	100	90	0,70 ^a	100	672	100
B. H: 30 V: 90	793 ^a	102	90	0,65 ^{ab}	100	728	100
C. H: 60 V: 60	785 ^a	101	91	0,60 ^{bc}	100	688	100
D. H: 90 V: 30	742 ^{ab}	95	91	0,60 ^{bc}	100	652	100
E. H: 120 V: 0	687 ^b	88	91	0,58 ^c	100	684	100
CV	4,6		1,0	5,5	-	7,3	-
p	0,006		es ²	<0,001	es	es	es

¹ datum för skörd 6 augusti, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ ej signifikant

Skörd, frökvalitet och bestånd 2014

Tabell 14. Fröskörd¹, renvaruhalt (rvh), tusenkornvikt (tkv), bestånd på hösten, axantal skördeåret och stråstyrka vid skörd (stråst), förstaårsvall, Vittvång

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Skörd	Rel		Tkv (g)	Bestånd (%)	Ax (st m ⁻²)	Stråst (%)
	15 % vh (kg ha ⁻¹)	skörd	Rvh (%)				
A. H: 0 V: 120	415 ^{ab1}	100	59	0,60 ^a	80	422	100
B. H: 30 V: 90	437 ^a	105	64	0,53 ^b	79	405	100
C. H: 60 V: 60	436 ^a	105	59	0,50 ^b	81	445	100
D. H: 90 V: 30	426 ^{ab}	103	63	0,50 ^b	80	422	100
E. H: 120 V: 0	374 ^b	90	58	0,50 ^b	80	422	100
CV	6,1		6,7	4,3	6,1	12,4	-
p	0,0242		es ²	<0,001	es	es	es

¹ datum för skörd 7 augusti; olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

Tabell 15. Fröskörd¹, renvaruhalt (rvh), tusenkornvikt (tkv), bestånd på hösten, axantal skördeåret och stråstyrka vid skörd (stråst), andraårsvall, Gårdeby

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Skörd 15 % vh (kg ha ⁻¹)	Rel skörd	Rvh (%)	Tkv (g)	Bestånd (%)	Ax (st m ⁻²)	Stråst (%)
A. H: 0 V: 120	675	100	73	0,45	85 ^{c1}	486	49
B. H: 30 V: 90	722	107	74	0,43	86 ^{bc}	512	65
C. H: 60 V: 60	728	108	75	0,43	90 ^a	513	49
D. H: 90 V: 30	711	105	69	0,48	91 ^a	436	68
E. H: 120 V: 0	688	102	75	0,50	89 ^{ab}	486	63
<i>CV</i>	6,4		5,9	10,2	1,9	12,5	16,8
<i>p</i>	<i>es</i> ²		<i>es</i>	<i>es</i>	<0,001	<i>es</i>	0,043

¹ datum för skörd; 8 augusti, ²olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 16. Fröskörd¹, renvaruhalt (rvh), tusenkornvikt (tkv), bestånd på hösten, axantal skördeåret och stråstyrka vid skörd (stråst), tredjeårsvall, Ekebyhammar

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Skörd 15 % vh (kg ha ⁻¹)	Rel skörd	Rvh (%)	Tkv (g)	Bestånd (%)	Ax (st m ⁻²)	Stråst (%)
A. H: 0 V: 120	437	100	93	0,63	80 ^{a1}	474 ^{abc}	100
B. H: 30 V: 90	475	109	92	0,60	78 ^a	457 ^{bc}	100
C. H: 60 V: 60	487	112	92	0,60	84 ^a	513 ^a	100
D. H: 90 V: 30	491	113	92	0,60	76 ^a	442 ^d	100
E. H: 120 V: 0	462	106	91	0,60	84 ^a	499 ^{ab}	100
<i>CV</i>	6,2		1,2	3,7	4,7	4,3	-
<i>p</i>	<i>es</i> ²		<i>es</i>	<i>es</i>	0,043	0,001	<i>es</i>

¹ datum för skörd; 9 augusti, ²olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ²ej signifikant

Kväve i grönmassa

Tabell 17. N i grönmassa (kg N i grönmassa/ha) på försöksplatserna i slutet av maj¹ 2013

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Fröår 1 Gårdeby	Fröår 2 Ekebyhammar	Fröår 3 Åkerby
A. H: 0 V: 120	44 ^{a2}	29 ^b	34 ^b
B. H: 30 V: 90	35 ^b	33 ^{ab}	36 ^{ab}
C. H: 60 V: 60	39 ^{ab}	41 ^a	36 ^{ab}
D. H: 90 V: 30	40 ^{ab}	39 ^a	35 ^{ab}
E. H: 120 V: 0	37 ^b	41 ^a	39 ^a
CV	6,4	12,1	4,6
p	0,005	0,007	0,034

¹Gårdeby 27 maj och 26 maj på Ekebyhammar och Åkerby, ²olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$)

Tabell 18. N i grönmassa (kg N i grönmassa/ha) på försöksplatserna i slutet av maj¹ 2014

N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i biofer tillförd höst (H) och vår (V))	Fröår 1 Vittvång	Fröår 2 Gårdeby	Fröår 3 Ekebyhammar
A. H: 0 V: 120	30 ^a	29 ^b	33
B. H: 30 V: 90	30 ^a	31 ^b	34
C. H: 60 V: 60	26 ^{ab}	32 ^b	35
D. H: 90 V: 30	24 ^b	36 ^a	42
E. H: 120 V: 0	23 ^b	37 ^a	37
CV	8,1	4,5	12,9
p	<0,001	<0,001	es

¹Gårdeby 9 maj och 22 maj på Ekebyhammar och Åkerby, ²olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$)

Tabell 19. Huvudeffekt av N-behandling och jordskikt för mineralkvävehalter i jorden under sen höst, på våren och efter skörd, vallfröår 1, Gårdeby

Huvudeffekt	höst 2012			vår 2013			efter skörd 2013		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
(kg ha ⁻¹)									
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
A. H: 0 V: 120	4,2	1,6 ^a	5,9	5,6	3	8,7	2,3	2,4	4,7
B. H: 30 V: 90	4,2	1,5 ^{ab}	5,7	6,8	2,9	9,8	2,3	2,2	4,5
C. H: 60 V: 60	4,0	1,5 ^{ab}	5,6	5,6	3,4	9	2,7	2,3	5,0
D. H: 90 V: 30	3,2	1,4 ^{ab}	4,7	6,2	3	9,2	2,3	2,5	4,9
E. H: 120 V: 0	3,3	1,4 ^b	4,8	7,1	2,3	9,6	2,2	2,0	4,2
Jordskikt (cm)									
0-30	5,7 ^a	1,5	7,2 ^a	12 ^a	4,6 ^a	16,8 ^a	3,4 ^a	3,4 ^a	6,9 ^a
30-60	2,3 ^b	1,5	3,8 ^b	2,4 ^b	1,6 ^b	4,0 ^b	1,5 ^b	1,4 ^b	2,9 ^b
CV	19,5	9	14,1	19,6	12,9	15,2	17,9	14,9	14,5
<i>p beh</i>	<i>es</i>	0,038	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
<i>p nivå</i>	<0,001	<i>es</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹ datum för provtagning; höst: 9 nov, vår: 23 april, efter skörd: 8 aug, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom varje huvudeffekt enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 20. Huvudeffekt av N-behandling och jordskikt för mineralkvävehalter i jorden under sen höst, på våren och efter skörd¹, vallfröår 2012, Ekebyhammar

Huvudeffekt	höst 2012			vår 2013			efter skörd 2013		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
(kg ha ⁻¹)									
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
A. H: 0 V: 120	2,9	2,4	5,5 ^b	4,4	3,7	8,1	3,0	2,9	5,9
B. H: 30 V: 90	3,5	3,6	7,2 ^{ab}	3,7	3,0	6,7	3,6	3,3	6,8
C. H: 60 V: 60	3,8	2,6	6,5 ^{ab}	6,3	3,3	10,0	2,9	3,0	5,6
D. H: 90 V: 30	4,4	3,1	7,8 ^a	4,7	3,9	8,7	3,1	2,9	6,2
E. H: 120 V: 0	3,0	3,6	6,6 ^{ab}	5,9	3,9	9,8	3,2	2,9	6,2
Nivå (cm)									
0-30	5,0 ^{a2}	4,7 ^a	10 ^a	6,8 ^a	5,9 ^a	12,8 ^a	3,7 ^a	4,8 ^a	8,6 ^a
30-60	2,2 ^b	1,8 ^b	4,1 ^b	3,4 ^b	1,8 ^b	5,3 ^b	2,6 ^b	1,6 ^b	4,2 ^b
CV	19,2	19,2	9,6	28,8	23,8	24,1	19,0	8,5	9,2
<i>p beh</i>	<i>es</i> ³	<i>es</i>	0,0146	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
<i>p nivå</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001

¹ datum för provtagning; höst: 30 nov, vår: 6 maj, efter skörd: 26 aug, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom varje huvudeffekt enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 21. Huvudeffekt av N-behandling och jordskikt för mineralkvävehalter i jorden under sen höst, på våren och efter skörd¹, vallfröår 3, Åkerby

Huvudeffekt	höst 2012			vår 2013			efter skörd 2013		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
	(kg ha ⁻¹)								
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
A. H: 0 V: 120	4,5	3,0	7,5	5,0	1,6 ^{ab}	6,7	9,0	3,0	12,1
B. H: 30 V: 90	5,9	2,4	8,4	6,0	1,5 ^b	7,6	10,5	3,0	13,8
C. H: 60 V: 60	5,9	2,7	9,0	6,2	1,6 ^{ab}	8,0	8,0	4,4	12,6
D. H: 90 V: 30	6,8	3,0	9,9	5,7	1,7 ^{ab}	7,4	7,1	3,2	10,4
E. H: 120 V: 0	7,5	2,7	10,5	5,4	1,9 ^a	7,3	7,5	3,0	10,6
Nivå (cm)									
0-30	12,6 ^{a2}	4,6 ^a	17,6 ^a	10,7 ^a	2,1 ^a	12,8 ^a	12,1 ^a	3,6	15,8 ^a
30-60	1,9 ^b	1,4 ^b	3,3 ^b	2,2 ^b	1,3 ^b	3,5 ^b	5,3 ^b	3,0	8,5 ^b
CV	23,3	14,0	16,0	11,5	6,0	9,4	22,3	30,1	23,2
<i>p beh</i>	<i>es</i> ³	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	0,016	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
<i>p nivå</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<i>es</i>	<0,001

¹ datum för provtagning; höst: 29 nov, vår: 30 april, efter skörd: 15 aug, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom varje huvudeffekt enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 22. Huvudeffekt av N-behandling och jordskikt för mineralkvävehalter i jorden under sen höst, på våren och efter skörd, vallfröår 1, Vittvång.

Huvudeffekt	höst 2013			vår 2014			efter skörd 2014		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
	(kg ha ⁻¹)								
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
A. H: 0 V: 120	3,8 ^{b2}	4,7 ^c	8,6 ^c	4,2	3,2 ^b	7,4 ^b	5,6	4,0	9,8
B. H: 30 V: 90	5,2 ^{ab}	5,6 ^c	11,1 ^{bc}	4,5	3,8 ^{ab}	8,4 ^{ab}	4,9	3,8	8,8
C. H: 60 V: 60	4,5 ^b	7,0 ^{bc}	11,6 ^{bc}	5,1	4,1 ^{ab}	9,3 ^{ab}	4,9	4,0	8,9
D. H: 90 V: 30	6,0 ^{ab}	9,6 ^{ab}	15,7 ^{ab}	4,8	3,4 ^{ab}	8,3 ^{ab}	4,8	4,2	9,1
E. H: 120 V: 0	7,4 ^a	12,0 ^a	19,6 ^a	5,8	4,7 ^a	10,6 ^a	5,2	3,7	9,0
Nivå (cm)									
0-30	8,1 ^a	8,8 ^a	17,0 ^a	6,9 ^a	4,5 ^a	11,4 ^a	7,3 ^a	5,6 ^a	13,0 ^a
30-60	3,0 ^b	6,5 ^b	9,6 ^b	3,2 ^b	3,1 ^b	6,4 ^b	3,3 ^b	2,6 ^b	5,9 ^b
CV	17,4	13,7	13,3	12,3	12,2	10,0	13,4	11,9	9,5
<i>p beh</i>	0,006	<0,001	<0,001	<i>es</i> ³	0,032	0,014	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
<i>p nivå</i>	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹ datum för provtagning; höst: 29 okt, vår: 10 april, efter skörd: 22 aug, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom varje huvudeffekt enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

Tabell 23. Huvudeffekt av N-behandling och jordskikt för mineralkvävehalter i jorden under sen höst, på våren och efter skörd¹, vallfröår 2, Gårdeby

Huvudeffekt	höst 2013			vår 2014			efter skörd 2014		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
	(kg ha ⁻¹)								
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
A. H: 0 V: 120	2,2	1,9	4,1	4,3	2,2	6,5	4,1	5,0	9,3
B. H: 30 V: 90	2,4	1,8	4,3	2,8	1,8	4,6	2,7	4,4	7,2
C. H: 60 V: 60	3,2	1,8	5,1	3,8	2,0	5,9	3,6	4,2	7,9
D. H: 90 V: 30	3,1	1,8	5,0	4,2	2,1	6,2	3,0	5,0	8,1
E. H: 120 V: 0	2,6	1,9	4,4	3,2	1,8	5,0	3,4	5,0	8,4
Nivå (cm)									
0-30	3,9 ^{a2}	2,2 ^a	6,1 ^a	5,1 ^a	2,5 ^a	7,6 ^a	3,8	7,2 ^a	11,1 ^a
30-60	1,7 ^b	1,5 ^b	3,2 ^b	2,4 ^b	1,5 ^b	4,0 ^b	2,9	2,7 ^b	5,7 ^b
CV	18,1	12,5	13,0	18,8	13,4	15,0	24,1	20,6	19,5
<i>p beh</i>	<i>es</i> ³	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>es</i>
<i>p nivå</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<i>es</i>	<0,001	<0,001

¹ datum för provtagning; höst: 5 nov, vår: 11 mars, efter skörd: 11 aug,² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom varje huvudeffekt enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ ej signifikant

Tabell 24. Huvudeffekt av N-behandling och jordskikt för mineralkvävehalter i jorden under sen höst, på våren och efter skörd¹, vallfröår 3, Ekebyhammar

Huvudeffekt	höst 2013			vår 2014			efter skörd 2014		
	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N	NH ₄	NO ₃	tot min-N
	(kg ha ⁻¹)								
N-behandling (total N (kg ha ⁻¹) i Biofer tillförd höst (H) och vår (V))									
A. H: 0 V: 120	3,7 ^{ab2}	2,2	6,1 ^{ab}	4,3	4,9	9,3	4,3	2,4	6,8
B. H: 30 V: 90	3,0 ^b	2,0	5,0 ^b	3,9	4,7	8,7	5,0	2,3	7,3
C. H: 60 V: 60	4,1 ^{ab}	1,9	6,1 ^{ab}	4,8	5,0	9,8	5,2	2,1	7,3
D. H: 90 V: 30	5,5 ^{ab}	2,5	8,2 ^{ab}	4,4	5,1	9,6	5,6	1,9	7,6
E. H: 120 V: 0	7,4 ^a	2,3	10,0 ^a	2,6	4,4	7,1	5,2	2,2	7,4
Nivå (cm)									
0-30	8,9 ^a	2,9 ^a	12,1 ^a	5,0 ^a	6,8 ^a	11,9 ^a	7,2 ^a	2,7 ^a	10,0 ^a
30-60	1,7 ^b	1,5 ^b	3,2 ^b	3,1 ^b	3,2 ^b	6,3 ^b	3,2 ^b	1,7 ^b	5,0 ^b
CV	27,5	14,9	20,6	19,4	0,1	0,1	18,3	15,5	15,1
<i>p beh</i>	0,0189	es ³	0,0134	es (0,057)	es	es	es	es	es
<i>p nivå</i>	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹ datum för provtagning; höst: 29 okt, vår: 11 april, efter skörd: 23 aug, ² olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom varje huvudeffekt enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$), ³ej signifikant

